



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2002-0048381
Application Number

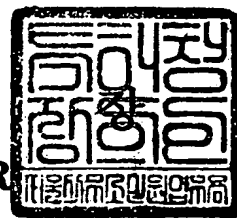
출원년월일 : 2002년 08월 16일
Date of Application
AUG 16, 2002

출원인 : 엘지전선 주식회사
Applicant(s)
LG Cable Ltd.



2003 년 08 월 04 일

특 허 청
COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.08.16
【발명의 명칭】	열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치
【발명의 영문명칭】	Heat-Driving Acoustic Orifice Pulse Tube Cryocooling Device
【출원인】	
【명칭】	엘지전선 주식회사
【출원인코드】	1-1998-000283-2
【대리인】	
【성명】	손은진
【대리인코드】	9-1998-000269-1
【포괄위임등록번호】	1999-026591-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김익생
【성명의 영문표기】	KIM, Ig Saeng
【주민등록번호】	620915-1109011
【우편번호】	330-220
【주소】	충청남도 천안시 백석동 현대아파트 113동 404호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김춘동
【성명의 영문표기】	KIM, Chun Dong
【주민등록번호】	710314-1025118
【우편번호】	435-050
【주소】	경기도 군포시 금정동 퇴계아파트 353동 305호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이창호
【성명의 영문표기】	LEE, Chang Ho
【주민등록번호】	720620-1691014

【우편번호】	435-050
【주소】	경기도 군포시 금정동 876 율곡아파트 345동 1305호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김균석
【성명의 영문표기】	KIM,Kyun Seok
【주민등록번호】	710430-1042411
【우편번호】	441-390
【주소】	경기도 수원시 권선구 권선동 풍림아파트 308동 1302호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김도형
【성명의 영문표기】	KIM,Do Hyung
【주민등록번호】	740124-1409017
【우편번호】	431-050
【주소】	경기도 안양시 동안구 비산동 셋별아파트 608동 1102호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 손은진 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	7 면 7,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	9 항 397,000 원
【합계】	433,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 구동부, 재생기, 맥동관 및 냉동가스 저장소가 순차적으로 연결된 구조의 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치에 관한 것으로, 특히 구동부에서 작동유체(구동가스)로 불활성기체가 포함된 제 1고온 열교환기의 표면에 메탈화이버로 직조된 메탈니트를 부착하고, 화염을 가하여 음향파동의 진동발생을 유도함으로써, 작동유체가 냉동장치의 내부에서 상기 맥동관의 양측에 연결된 제 2고온열교환기 및 저온열교환기 사이를 왕복이동하면서 열교환이 이루어지는 냉동 사이클의 구현이 가능한 것을 특징으로 한다. 이 때 상기 메탈니트는 화염으로부터 전달된 열을 제 1고온열교환기에 복사 열전달방식으로 전달함으로써, 제 1고온열교환기의 표면에 균일한 열전달이 가능하다.

【대표도】

도 4

【색인어】

극저온, 냉동기, 초전도, 메탈화이버, 열음향, 예혼합, 오리피스, 맥동관

【명세서】

【발명의 명칭】

열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치{Heat-Driving Acoustic Orifice Pulse Tube Cryocooling Device}

【도면의 간단한 설명】

- 도 1은 종래 스티얼링 극저온 냉동기의 작동원리를 도시한 개념도,
 도 2는 종래 오리피스형 맥동관 극저온 냉동기의 구성도,
 도 3은 종래 열-음향 맥동관 극저온 냉동기의 구성도,
 도 4는 본 발명에 따른 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치의 구성도,
 도 5는 본 발명에 따른 냉동장치 구동부의 구성도,
 도 6은 본 발명에 따른 메탈니트 조직의 표면 확대사진도이다.

< 도면의 주요부분에 관한 부호의 설명 >

1a: 압축부

1b: 팽창부

1c: 피스톤

3: 재생기

5a: 고온 열교환기

5b: 저온 열교환기

5a: 후처리열교환기

7a: 맥동관

7b: 디퓨저

7c: 오리피스

7d: 냉동가스 저장소

9a: 구동 가스저장소

9b: 전기히터

9c: 실린더형 튜브

9d: 열음향구동부

9e: 드라이브 스택

9f: 냉동스택관

10: 구동부

11: 연소기

12: 제 1고온 열교환기

12a: 메탈니트

13: 후처리 열교환기

20: 재생기

21: 판재

30: 제 2고온 열교환기

40: 맥동관

41: 스택

41a: 박판

50: 저온 열교환기

60: 냉동가스 저장소

61: 디퓨저

62: 오리피스

100: 냉동장치

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<25> 본 발명은 불활성 기체를 이용하여 초전도체 냉각온도인 약 77K(-196℃) 정도까지의 냉각구현으로 적외선 센서냉각 분야, 극저온수술 및 MRI 분야, 이동 통신용 초전도 RF 필터 등의

전자장비 분야, 초전도 전력응용기기 분야 등에 적용할 수 있는 극저온 냉동기(Cryocooler) 기술에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 고온 초전도를 사용하는 이용기기의 작동유체로 불활성기체를 냉각하기 위해 구동부가 예혼합방식으로 구동되며, 작동유체에 대한 균일한 가열을 위해 메탈화이버로 이루어진 메탈니트를 장착하여 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치에 관한 것이다.

<26> 일반적으로 액체질소가 이용되는 고온 초전도체 냉각온도는 약 77K(-196℃) 정도로 이를 냉각하는 극저온 냉동기는 열역학적인 사이클 구성에 따라 스티얼링 극저온 냉동기(Stirling Cryocooler), 줄-톰슨 극저온 냉동기(Joule-Thomson Cryocooler), G-M 극저온 냉동기(Gifford-McMahon Cryocooler), 맥동관 극저온 냉동기(Pulse Tube Cryocooler) 등으로 구분할 수 있다.

<27> 이러한 각 냉동기 중 스티얼링 극저온 냉동기, G-M 극저온 냉동기, 맥동관 극저온 냉동기 등이 고온 초전도체 냉각을 위해 추천되고 있는 냉동기로 분류되고 있지만, 상기 G-M 극저온 냉동기는 고온부측 및 저온부측에 각기 1개 이상의 구동부의 장착을 요구하는 구조이므로, 효율과 냉동용량이 상대적으로 낮아 유지보수에 소요되는 비용이 큰 문제점이 있다.

<28> 그리고 상기 스티얼링 극저온 냉동기는 도 1에서 도시된 바와 같은 동작원리로 작동되며, 작동가스의 체적이 피스톤(1c)의 운동에 따라 변하는 압축부(1a) 및 팽창부(1b)와, 저온 열교환기(5b), 고온열교환기(5a) 및 재생기(3)로 이루어진다.

<29> 이와 같은 상기 스티얼링 극저온 냉동기에서의 단계별 작동은 다음과 같다.

- <30> 우선 압축부(1a)의 피스톤(1c)이 우측으로 이동하면서 압축부(1a) 내의 작동가스가 압축되고, 이 때 온도는 $T_H + dT_H$ 로 상승하여 고온 열교환기(5a)의 온도 T_H 보다 상대적으로 높아진다.(S10~S20)
- <31> 그리고 양측의 피스톤(1c)이 서로 일정한 간격을 유지하면서 우측으로 이동하면 압축부(1a)에 있던 작동가스는 고온 열교환기(5a) 벽면의 온도보다 상대적으로 높아지게 되므로, 고온 열교환기(5a)를 통해 외부로 열을 방출한다.(S20~S30)
- <32> 아울러 상기 작동가스가 재생기(3)를 지나 재생기(3)의 내부 매트릭스에 열을 전달하면서 온도가 낮아져 저온 열교환기(5b)의 온도 T_C 가 되어 팽창부(1a)로 들어간다. 그리고 팽창부(1b)의 피스톤(1c)이 우측으로 이동하면 팽창부(1b) 내에 있는 작동가스는 팽창되어 저온 열교환기(5b)의 온도보다 낮아진다.(S30~S40)
- <33> 이 후 양쪽의 피스톤(1c)이 동일한 간격을 유지하며 좌측으로 이동하면 팽창부(1b) 내에 있던 작동가스의 온도는 저온 열교환기(5b)의 온도보다 상대적으로 낮으므로, 좌측으로 이동하면서 열을 공급받게 된다.(S40~S10)
- <34> 상기와 같은 각 작동단계에서 작동가스는 재생기(3)를 지나 재생기(3)의 매트릭스로부터 열을 받아 고온 열교환기(5a)의 온도 T_H 가 되어 고온 열교환기(5a)로 이동한다. 그리고 S40~S10로 표시되는 단계 동안 작동가스가 좌측으로 이동하며 재생기(3)에서 받은 열전달량은 S20~S30 단계 동안 작동가스가 우측으로 이동하며 재생기(3)로 준 열전달량과 같게 되므로 재생기가 사이클당 받은 열전달량은 '0'이다.
- <35> 따라서 S10->S20->S30->S40->S10으로 표시되는 상기 각 단계로 이루어진 열역학적 사이클에서 냉동기는 저온측에서 열을 받아 고온측으로 열을 방출하는 냉동효과를 얻을 수 있다.

- <36> 이러한 스티얼링 극저온 냉동기는 고온 초전도 응용기기에는 적합하지만, G-M 냉동기와 마찬가지로 고온부측 및 저온부측에 각기 1개씩의 구동부가 장착되는 구조이므로 구조가 복잡하고, 장시간의 구동시 특히 저온에서 발생하기 쉬운 변위기의 실링 부재와 실린더 사이의 마찰로 인한 문제점을 안고 있어 신뢰성이 떨어진다.
- <37> 도 2에 도시된 맥동관 극저온 냉동기는 한쪽이 막힌 관에 일정한 온도를 갖는 가스를 주기적으로 주입하여 압력을 변화시키는데, 가스의 유동에 난류성분이 적을 경우 매우 큰 온도구배를 얻을 수 있는 열-펌핑효과를 이용한 것이다.
- <38> 이러한 맥동관 극저온 냉동기는 상기 스티얼링 극저온 냉동기의 일변형예이며, 크게 기본형(Basic Type), 오리피스형(Orifice Type), 이중 입구형(Double Inlet Type)으로 구분되고, 냉동온도와 용량향상을 위한 구조로서 공명관형, 2밸브형, 4밸브형 및 혼합형으로 구분되며, 도 2에 도시된 것은 이 중 오리피스형 맥동관 극저온 냉동기이다.
- <39> 상기 오리피스형 맥동관 극저온 냉동기는 일측에 왕복동식 피스톤(1c)이 위치하는 압축부(1a)(또는 팽창부)와, 상기 압축부(1a)에 순차적으로 연결되는 후처리 열교환기(5c), 재생기(3), 맥동관(7a), 디퓨저(7b) 및 냉동가스 저장소(7d)와, 상기 디퓨저(7b)와 냉동가스 저장소(7d)가 연결되는 부위에 설치되는 오리피스(7c) 등으로 이루어진다.
- <40> 이러한 상기 오리피스형 맥동관 극저온 냉동기를 스티얼링 냉동기와 비교하면 맥동관(7a), 고온 열교환기(5a) 및 냉동가스 저장소(7d)의 조합구조가 상기 스티얼링 냉동기의 팽창부(1b)의 기능을 담당하고 있다.

- <41> 여기서 상기 스티어링 극저온 냉동기의 압축부(1a) 측 피스톤(1c)과 팽창부(1b)측 피스톤(1c)은 동일한 위상차를 가지고 운동한다. 이에 비해 맥동관 (7a)의 내부에 위치한 가상의 가스 피스톤은 저장소에 의하여 압축부(1a) 측의 피스톤(1c)과 같은 위상차를 갖고 운동한다.
- <42> 따라서 맥동관 극저온 냉동기의 압축부(1a) 측 피스톤(1)과 가상적인 가스 피스톤 사이의 위상차(맥동관 내부의 압력과 질량 유량 사이의 위상차)는 고온 열교환기(5a) 이후의 맥동관(7a))과 냉동가스 저장소(7d)에서 발생한다. 이러한 스티어링 극저온 냉동기의 팽창부(1b)의 피스톤(1c)에 의한 위상차 발생에 비해 소정의 냉동 효과를 얻는데 있어서 필요한 압력과 질량 유량 사이의 위상차가 보다 작게 발생한다.
- <43> 이에 따라 같은 압력 변화의 진폭에 대하여 스티어링 극저온 냉동기보다 훨씬 더 많은 단위 냉동용량 당 질량 유량이 요구된다.
- <44> 또한 상기 스티어링 극저온 냉동기가 압축부(1a) 및 팽창부(1b)와 같이 2개 이상의 구동부가 요구되는 구조라면, 상기 맥동관 극저온 냉동기는 1개의 구동부 만이 구비되는 구조이기 때문에, 상대적으로 구조가 간단하고 상대적으로 진동이 적으므로 장기간의 작동에도 유지보수에 소요되는 비용절감의 효과를 얻을 수 있다.
- <45> 하지만 기본적으로 스티어링 극저온 냉동기를 기본으로 하는 변형구조이기 때문에, 진동 발생 문제가 여전히 남아있다.
- <46> 상기와 같은 문제점을 극복하기 위해 개발된 것이 도 3에 도시된 열-음향 맥동관 극저온 냉동기인데, 구동 가스저장소(9a)가 일측에 위치하고, 이에 전기히터가(9b) 구비되며, 실린더형 튜브(9c), 열음향구동부(9d), 드라이브 스택(9e), 냉동스택관(9f) 및 맥동관(7a)이 순차적

으로 연결된 구조이며, 상기 맥동관(7a)의 타측에는 디퓨저(7b) 및 냉동가스 저장소(7d) 등이 연결되어 있는데, 상기 오리피스 맥동관 냉동기와 유사한 구조이다.

<47> 상기 전기히터(9b)의 전기적 열원이 구동가스 저장소(9a)에 저장된 구동가스의 압력맥동을 발생시킨다. 이러한 맥동은 가스의 단열압축 및 팽창에 따른 온도변화를 수반한다. 이러한 온도변화에 따른 열은 다수의 박판으로 구성된 상기 드라이브 스택(9e) 및 냉동스택관(9f)으로 전달된다. 전달된 열은 맥동관(7a) 내의 냉각수 순환에 의한 열교환에 따라 맥동관(7a) 외부로 방출하여 냉동효과를 구현한다.

<48> 이러한 구조의 열-음향 맥동관 극저온 냉동기는 전기적 열원을 음향에너지로 변경하여 극저온을 발생시킬 수 있으나, 전기적 열원의 용량 한계로 인해 냉동능력에는 그 한계를 안고 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<49> 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 감안하여 안출된 것으로, 본 발명의 제 1목적은, 적외선 센서냉각 분야, 극저온수술 및 MRI 분야, 이동 통신용 초전도 RF 필터 등의 전자장비 분야, 초전도 전력응용기기 분야 등과 같은 초전도 전자장비용 및 소용량을 요구하는 초전도 응용기기기의 냉각용 극저온 냉동기로 활용할 수 있는 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치를 제공하는 것이다.

<50> 그리고 본 발명의 제 2목적은, 열-음향 구동방식에서 발생되던 진동 및 소음과 신뢰성 저하 및 저용량을 극복할 수 있도록 메탈화이버를 이용한 표면연소 구조의 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치를 제공하는 것이다.

- <51> 이러한 본 발명의 목적들은, 표면에 열전달부재가 부착되며 내부에 구동가스가 저장되는 원통형의 제 1고온 열교환기(12)와,
- <52> 상기 구동가스가 소정온도로 가열되면서 진동될 수 있도록 상기 제 1고온 열교환기(12)가 내부에 설치되어 예혼합된 혼합기의 연소로 상기 열전달부재에 화염을 가하는 원통형의 연소기(11)와,
- <53> 상기 구동가스에 전달된 열량 조절을 위해 외부와 열교환할 수 있도록 상기 제 1고온 열교환기(12)의 타측에 연결되어 상기 연소기(11)의 외부로 노출되는 후처리 열교환기(13)를 포함하여 이루어지는 구동부(10);
- <54> 상기 후처리 열교환기(13)의 타측에 연결되며 진동하는 상기 구동가스가 유출입되면서 열교환이 이루어지는 재생기(20);
- <55> 상기 재생기(20)의 타측으로 연결되며 안측에 스택(41)이 구동가스의 유입방향에 대응하여 설치되어 상기 스택(41)을 중심으로 양측으로 서로 다른 온도의 상기 구동가스가 왕복이동하는 맥동관(40);
- <56> 상기 맥동관(40)의 타측으로 연결되며 내부압력이 일정하도록 유입되는 구동가스의 양을 조절하기 위한 오리피스(62)가 설치되는 냉동가스 저장소(60); 및
- <57> 상기 재생기(20)와 맥동관(40) 사이 및 상기 맥동관(40)과 냉동가스 저장소(60) 사이에 각각 설치되며, 유입되는 상기 구동가스에 대한 온도차이에 기인하여 외부와 열교환하는 제 2고온 열교환기(30) 및 저온 열교환기(50);를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치에 의하여 달성된다.

- <58> 여기서 상기 열전달부재는 다수가닥의 메탈화이버를 직조하여 이루어져 상기 제 1고온 열교환기(12)의 표면에 씌워져 밀착되는 메탈니트(12a)인 것이 바람직하다.
- <59> 그리고 상기 메탈화이버는 20.00 중량%의 크롬, 5.00 중량%의 알루미늄, 0.10 중량%의 이트륨, 0.30 중량%의 규소, 0.08 중량%의 망간, 0.03 중량%의 구리, 0.03 중량%의 카본, 74.46 중량%의 철을 포함하는 재질로 이루어진 것이 바람직하다.
- <60> 아울러 상기 구동가스는 헬륨, 아르곤을 포함하는 불활성 기체군으로부터 선택되는 어느 하나인 것이 바람직하다.
- <61> 또한 상기 냉동가스 저장소(60)에는 상기 맥동관(40)과의 사이에 디퓨저(61)가 형성되는 것이 바람직하다.
- <62> 그리고 상기 스택(41)은 상기 구동가스의 유입방향에 대응하여 다수의 박판(41a)이 병렬로 설치되어 이루어지는 것이 바람직하다.
- <63> 아울러 상기 재생기(20)의 내부는 다수의 판재(21)가 서로 일정간격으로 적층되는 구조인 것이 바람직하다.
- <64> 또한 상기 제 2열교환기는 상기 맥동관(40)에 비해 상대적으로 내경 및 외경이 더 작은 원통형상인 것이 바람직하다.
- <65> 그리고 상기 저온 열교환기(50)는 상기 맥동관(40)에 비해 상대적으로 내경 및 외경이 더 작은 원통형상인 것이 바람직하다.
- <66> 본 발명의 그 밖의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 분명해질 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

- <67> 다음으로 본 발명에 따른 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치에 관하여 첨부되어진 도면과 더불어 설명하기로 한다.
- <68> 도 4는 본 발명에 따른 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치의 구성도이고, 도 5는 본 발명에 따른 냉동장치 구동부의 구성도이다.
- <69> 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 냉동장치(100)는 열에너지를 음향에너지로 변환하여 발생하는 진동 등의 파동에 의해 구동가스로서 주입된 불활성 기체가 단열압축 및 단열팽창하면서 온도의 변화를 경험하도록 하고, 이를 통해 외부와의 열교환이 가능하도록 하여 약 77K(-196℃) 정도 이하의 극저온 냉동효과를 얻을 수 있는 장치이다.
- <70> 이러한 상기 냉동장치(100)는 예혼합 연소(Premixed Combustion)방식의 구동부(10)가 일측에 장착되어 구동가스에 대한 맥동 발생을 가열로서 유도함으로써, 맥동 발생시의 음파에 의한 구동가스의 온도변화를 유발하며, 이 때 구동가스에 대한 가열정도의 균일화를 위해 메탈화이버(Metal Fiber)의 물리적 특성을 이용한다.
- <71> 여기서 상기 구동부(10)의 타측에는 후처리 열교환기(13)로 연결되는 재생기(20) 및 상기 재생기(20)에 제 2고온 열교환기(30)로 연결되는 맥동관(40)이 위치한다.
- <72> 상기 맥동관(40)은 내부에 상기 구동가스의 이동방향에 대응하여 스택(41)이 위치하며, 냉동가스 저장소(60)에 디퓨저(61)로 연결된다. 이 때 상기 디퓨저(61)는 상기 냉동가스 저장소(60)의 위치를 기준으로 상기 맥동관(40) 측으로 형성된다.

- <73> 아울러 상기 냉동가스 저장소(60)와 디퓨저(61)가 연결되는 지점에는 상기 냉동가스 저장소(60) 안측으로 오리피스(62)가 설치되어 냉동가스 저장소(60)와 맥동관(40)을 왕복하는 구동가스의 양을 제어한다.
- <74> 이 때 사용되는 구동가스는 헬륨 및 아르곤과 같은 불활성 기체이며, 상기 구동부(10)의 가열로 인해 자발적으로 진동함으로써 압력파가 발생된다. 이러한 압력파로 인해 상기 구동가스는 후처리 열교환기(13), 재생기(20), 제 2고온 열교환기(30) 및 맥동관(40) 순으로 이동하게 된다.
- <75> 이 때 상기 구동가스는 구동부(10) 내에서 화염발생으로 인해 가열되는데, 상기 구동부(10)는 구동가스의 가열을 위해 약 1000℃ 이상의 화염을 예혼합방식으로 발생하며, 이로 인해 상기 구동부(10) 내의 제 1고온 열교환기(12)에 포함된 상기 구동가스는 약 10기압, 500Hz 정도의 음파파형으로 진동하게 된다.
- <76> 이러한 상기 구동부(10)는 입구를 통해 화염으로 연소될 혼합기(연료 및 공기)가 유입되는 연소기(11)와, 상기 연소기(11)의 안측으로 포함되는 제 1고온 열교환기(12) 및 상기 제 1고온 열교환기(12) 내에 장착되며, 상기 연소기(11)의 타측으로 노출되어 재생기(20)에 연결되며 상기 구동가스에 전달되는 열량을 외부와의 열전달방식으로 제어하는 후처리 열교환기(13)로 구성된다.
- <77> 아울러 상기 메탈화이버는 상기 연소기(11) 내에서 구동가스가 저장된 제 1고온 열교환기(12)의 표면을 감싸고 있으며, 상기 연소기(11)의 안측 벽면에 대해 일정한 거리를 두고 있다.

<78> 이러한 상기 메탈화이버는 열전달부재로서 기능하는데, 상기 구동부(10) 내의 예혼합 방식에 의해 발생하는 화염의 열이 직접적으로 표면에 와닿으면서 상기 제 1고온 열교환기(12)의 표면 전반에 걸쳐 균일하게 열을 가한다. 따라서 이러한 메탈화이버의 사용으로 제 1고온 열교환기(12) 전체의 균일한 가열을 위해 발생하는 화염의 길이 단축이 가능하다.

<79> 이는 통상적인 상기 메탈화이버의 물리적 특성상 가해진 열이 잠열화되었다가 현열로서 상기 제 1고온 열교환기(12) 표면에 가해지는 것에 기인하며, 이에 더하여 메탈화이버 열전달의 약 70% 정도가 복사를 통해 구현되기 때문이다. 상기 메탈화이버의 구성성분 및 그 중량%별 함량이 하기의 표 1에 도시되어 있다.

<80> 【표 1】

구 성 성 분	함 량
크롬(Cr)	20.00 중량%
알루미늄(Al)	5.00 중량%
이트륨(Y)	0.10 중량%
규소(Si)	0.30 중량%
망간(Mn)	0.08 중량%
구리(Cu)	0.03 중량%
카본(C)	0.03 중량%
철(Fe)	74.46 중량%

<81> 본 발명에서는 상기와 같은 메탈화이버가 메탈니트(12a)로서 직조되어 상기 제 1고온 열교환기(12)의 표면에 부착되어 있는데, 상기 메탈니트(12a)에 대한 조직의 표면확대 사진이 이후 설명될 도 6에 도시되어 있다.

- <82> 아울러 상기 재생기(20)의 내부는 다수의 판재(21)가 적층되어 있는 구조이며, 소정대역의 파동을 간직한 상기 구동가스는 상기 재생기(20)의 내부로 진입하였다가 제 2고온 열교환기(30)를 지나 맥동관(40)에 도달하고, 재생기(20)와 냉동가스 저장소(60) 사이에서 왕복이동하면서 제 2고온 열교환기(30) 및 저온 열교환기(50)에서 각각 외부와 열교환하게 된다.
- <83> 이 때 상기 맥동관(40) 내부에는 다수의 박판(41a)이 상기 구동가스의 이동방향에 대응하여 병렬로 설치되는 스택(41)이 위치하고 있으며, 상기 스택(41)의 일측에서 상기 구동가스는 상대적으로 저온이며, 타측에서는 상대적으로 고온의 열을 간직하고 있다.
- <84> 아울러 상기 맥동관(40)의 타측은 저온 열교환기(50)로 냉동가스 저장소(60)와 연결되어 있는데, 이 때 상기 냉동가스 저장소(60) 내부의 압력은 항상 일정하다.
- <85> 이하에서는 상기와 같이 구성된 상기 냉동장치(100)의 작동순서에 대하여 설명하기로 한다.
- <86> 앞에서 언급되었듯이 약 1000℃ 정도의 화염이 구동부(10)의 연소기(11) 내에서 발생하여 메탈화이버로 이루어진 메탈니트(12a)에 가해진다. 그러면 복사방식으로 대다수의 열을 제 1고온 열교환기(12) 내의 구동가스에 균일하게 전달하게 된다.
- <87> 그러면 상기 구동가스는 약 10기압, 500Hz 정도의 음파파형으로 진동하게 되며, 이러한 진동에 의해 구동가스는 단열 압축과정을 경험하면서 온도가 상승하게 된다.
- <88> 이 후 구동가스는 재생기(20)를 통과하면서 열을 전달하여 저온가스로 냉각되는데, 이때의 온도가 약 77K 정도이다. 이러한 저온의 구동가스는 제 2고온 열교환기(30)에 도달하여 외부와 열교환하게 된다.

- <89> 그리고 상기 구동가스는 맥동관(40)의 스택(41)을 지나면서 가열되어 고온의 가스화되고 오리피스(62)로 이동하게 되는데, 이 과정 동안 저온 열교환기(50)에서 외부와 열교환하게 된다.
- <90> 상기 오리피스(62)를 지나 냉동가스 저장소(60)로 유입된 구동가스는 단열 팽창하여 온도가 하강하는데, 이 때의 온도가 상기 저온 열교환기(50)의 온도보다 낮아지면서 다시 구동가스는 타측의 저온 열교환기(50)로 이동하여 외부에서 열을 공급받는다.
- <91> 이 후 상기 구동가스는 맥동관(40)을 지나 재생기(20)로 유입되어 열을 공급받으면서 다시 제 2고온 열교환기(30)로 이동하는데, 이 과정 동안 재생기(20)에서 받은 열전달량은 이전 과정에서 재생기(20)에 전달한 열량과 동일하므로 한 사이클당 교환된 열량이 합산될 경우 그 값은 수치상 '0'이 된다.
- <92> 전반적으로 상기 구동가스는 맥동관(40)의 스택(41)을 중심으로 일측에는 저온으로 존재하고, 타측에서는 고온으로 존재하면서 제 2고온 열교환기(30) 및 저온 열교환기(50) 사이를 왕복이동함에 따라 가상의 가스피스톤으로 압축 및 팽창되는 과정이 반복된다.
- <93> 따라서 이러한 일련의 과정을 거치면서 저온측에서 열을 받아 고온측으로 열을 방출하는 냉동원리가 구현될 수 있다.
- <94> 도 6은 본 발명에 따른 메탈니트 조직의 표면 확대사진도이다.
- <95> 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 메탈니트(12a)는 구동부(10) 제 1고온 열교환기(12)의 표면에 부착되어 연소기(11)의 화염발생에 따라 가해지는 열을 복사로서 제 1고온 열교환기(12) 내의 구동가스에 전달하게 된다.

- <96> 이 때 상기 메탈니트(12a)는 비교적 얇고 일정한 두께를 갖는 다수가닥의 메탈화이버를 직조하여 니트 형태로 제작한 것으로, 상기 제 1고온 열교환기(12)에 씌워져 표면에 밀착됨으로써, 표면 전체에 걸쳐 균일한 열전달이 가능하다.
- <97> 아울러 화염에 접하는 면적의 확대로 인해 보다 많은 크기의 열량을 포용할 수 있다. 이러한 균일한 열전달 가능가 상대적으로 보다 많은 열량의 포함으로 상기 연소기(11)에서 발생되는 화염의 길이는 약 20cm 정도까지 단축이 가능하다.
- <98> 이상에서와 같은 본 발명에 따른 열-음향 구동 오리피스(62)형 맥동관(40) 극저온 냉동장치에서, 상기 구동가스는 헬륨, 아르곤 이외에, 네온, 크세논 등과 같은 여타 불활성기체 또는 그 혼합된 기체로 대체하여 사용할 수 있다.
- <99> 또한 상기 메탈화이버를 직조한 메탈니트(12a)를 제 1고온 열교환기(12) 표면에 감싸는 방식 이외에, 다수가닥의 메탈화이버를 제 1고온 열교환기(12) 표면에 균일하게 부착하여 사용하는 것도 물론 본 발명의 범주에 포함된다.
- <100> 아울러 메탈화이버의 각 구성성분의 함량수치를 변경하여 다른 다양한 형태로 제작된 메탈화이버를 사용할 수 있다.

【발명의 효과】

- <101> 이상에서와 같은 본 발명에 따른 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치에 의하면, 적외선 센서냉각 분야, 극저온수술 및 MRI 분야, 이동 통신용 초전도 RF 필터 등의 전자장비 분야, 초전도 전력응용기기 분야 등과 같은 초전도 전자장비용 및 소용량을 요구하는 초전도 응용기기기의 냉각용 극저온 냉동기로 활용할 수 있는 특징이 있다.



<102> 아울러 단일의 구동부로 구동이 가능하며, 메탈화이버의 장착으로 기존 약 150cm 정도였던 화염길이를 약 20cm 정도까지 줄임으로써, 진동 및 소음과 신뢰성 저하 및 저용량을 극복할 수 있는 효과가 있다.

<103> 비록 본 발명이 상기 언급된 바람직한 실시예와 관련하여 설명되어졌지만, 발명의 요지와 범위로부터 벗어남이 없이 다양한 수정이나 변형을 하는 것이 가능하다. 따라서 첨부된 특허청구의 범위는 본 발명의 요지에서 속하는 이러한 수정이나 변형을 포함할 것이다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

표면에 열전달부재가 부착되며 내부에 구동가스가 저장되는 원통형의 제 1고온 열교환기(12)와,

상기 구동가스가 소정온도로 가열되면서 진동될 수 있도록 상기 제 1고온 열교환기(12)가 내부에 설치되어 예혼합된 혼합기의 연소로 상기 열전달부재에 화염을 가하는 원통형의 연소기(11)와,

상기 구동가스에 전달된 열량 조절을 위해 외부와 열교환할 수 있도록 상기 제 1고온 열교환기(12)의 타측에 연결되어 상기 연소기(11)의 외부로 노출되는 후처리 열교환기(13)를 포함하여 이루어지는 구동부(10);

상기 후처리 열교환기(13)의 타측에 연결되며 진동하는 상기 구동가스가 유출입되면서 열교환이 이루어지는 재생기(20);

상기 재생기(20)의 타측으로 연결되며 안측에 스택(41)이 구동가스의 유입방향에 대응하여 설치되어 상기 스택(41)을 중심으로 양측으로 서로 다른 온도의 상기 구동가스가 왕복이동하는 맥동관(40);

상기 맥동관(40)의 타측으로 연결되며 내부압력이 일정하도록 유입되는 구동가스의 양을 조절하기 위한 오리피스(62)가 설치되는 냉동가스 저장소(60); 및

상기 재생기(20)와 맥동관(40) 사이 및 상기 맥동관(40)과 냉동가스 저장소(60) 사이에 각각 설치되며, 유입되는 상기 구동가스에 대한 온도차이에 기인하여 외부와 열교환하는 제 2

고온 열교환기(30) 및 저온 열교환기(50);를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 열전달부재는 다수가닥의 메탈화이버를 직조하여 이루어져 상기 제 1고온 열교환기(12)의 표면에 씌워져 밀착되는 메탈니트(12a)인 것을 특징으로 하는 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치.

【청구항 3】

제 2항에 있어서,

상기 메탈화이버는 20.00 중량%의 크롬, 5.00 중량%의 알루미늄, 0.10 중량%의 이트륨, 0.30 중량%의 규소, 0.08 중량%의 망간, 0.03 중량%의 구리, 0.03 중량%의 카본, 74.46 중량%의 철을 포함하는 재질로 이루어진 것을 특징으로 하는 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치.

【청구항 4】

제 1항에 있어서,

상기 구동가스는 헬륨, 아르곤을 포함하는 불활성 기체군으로부터 선택되는 어느 하나인 것을 특징으로 하는 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치.

【청구항 5】

제 1항에 있어서,

상기 냉동가스 저장소(60)에는 상기 맥동관(40)과의 사이에 디퓨저(61)가 형성되는 것을 특징으로 하는 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치.

【청구항 6】

제 1항에 있어서,

상기 스택(41)은 상기 구동가스의 유입방향에 대응하여 다수의 박판(41a)이 병렬로 설치되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치.

【청구항 7】

제 1항에 있어서,

상기 재생기(20)의 내부는 다수의 판재(21)가 서로 일정간격으로 적층되는 구조인 것을 특징으로 하는 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치.

【청구항 8】

제 1항에 있어서,

상기 제 2열교환기는 상기 맥동관(40)에 비해 상대적으로 내경 및 외경이 더 작은 원통형상인 것을 특징으로 하는 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치.

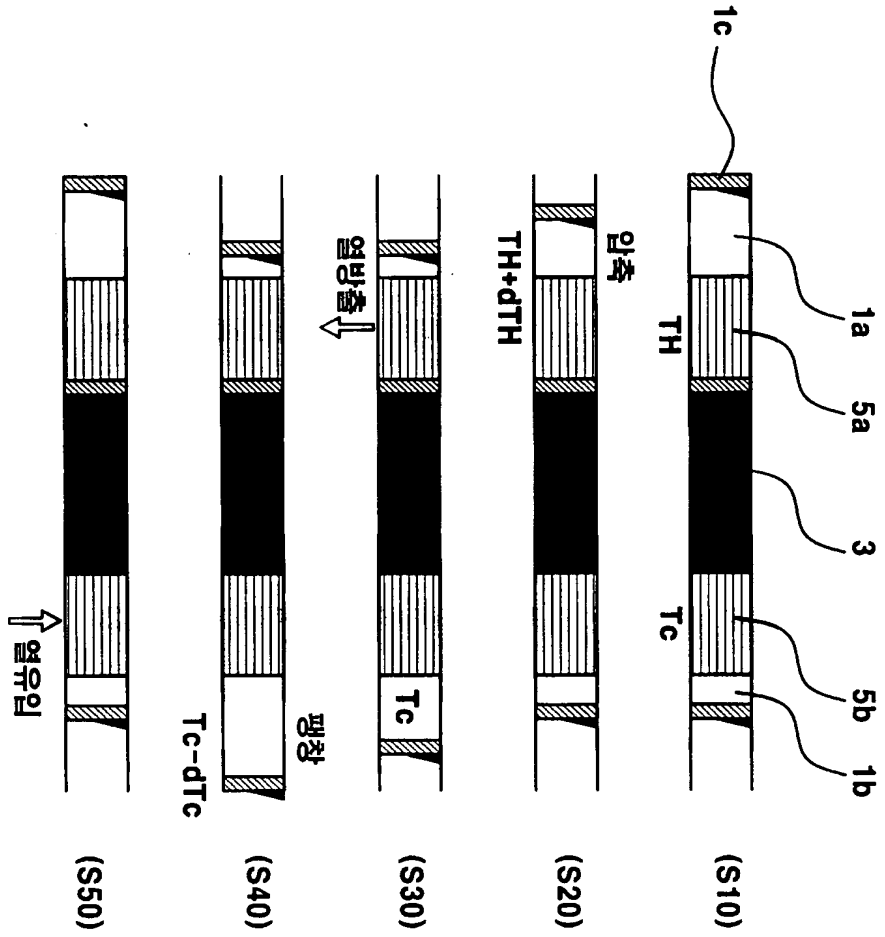
【청구항 9】

제 1항에 있어서,

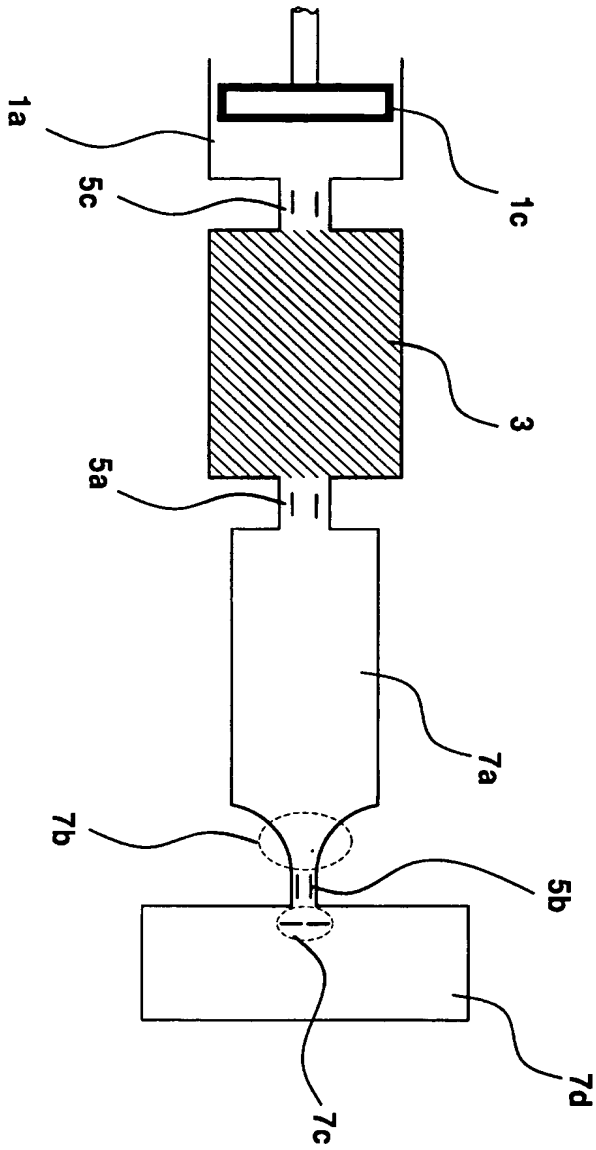
상기 저온 열교환기(50)는 상기 맥동관(40)에 비해 상대적으로 내경 및 외경이 더 작은 원통형상인 것을 특징으로 하는 열-음향 구동 오리피스형 맥동관 극저온 냉동장치.

【도면】

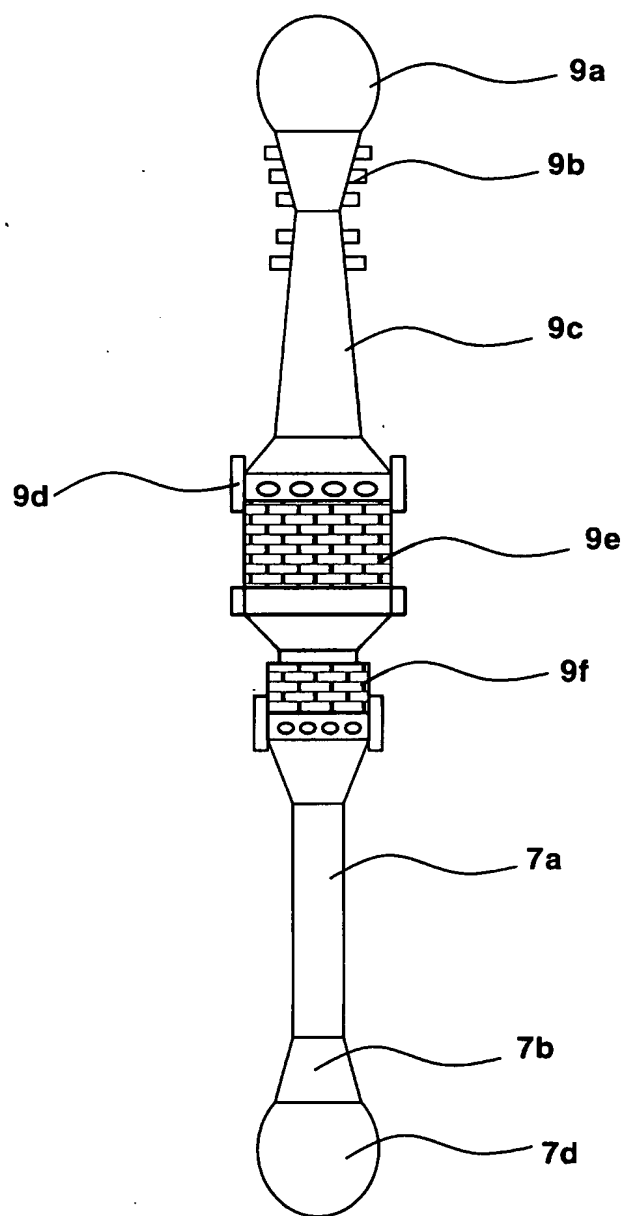
【도 1】



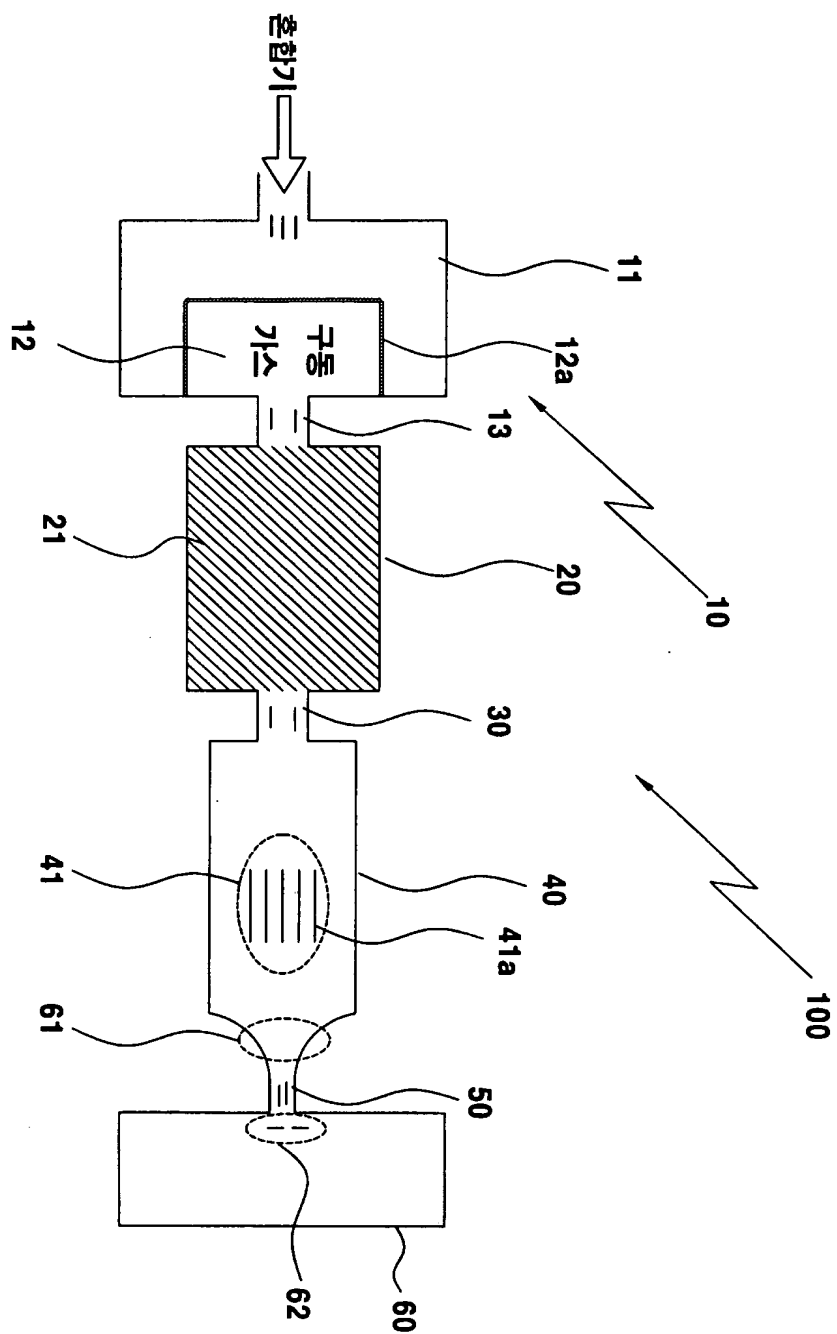
【도 2】



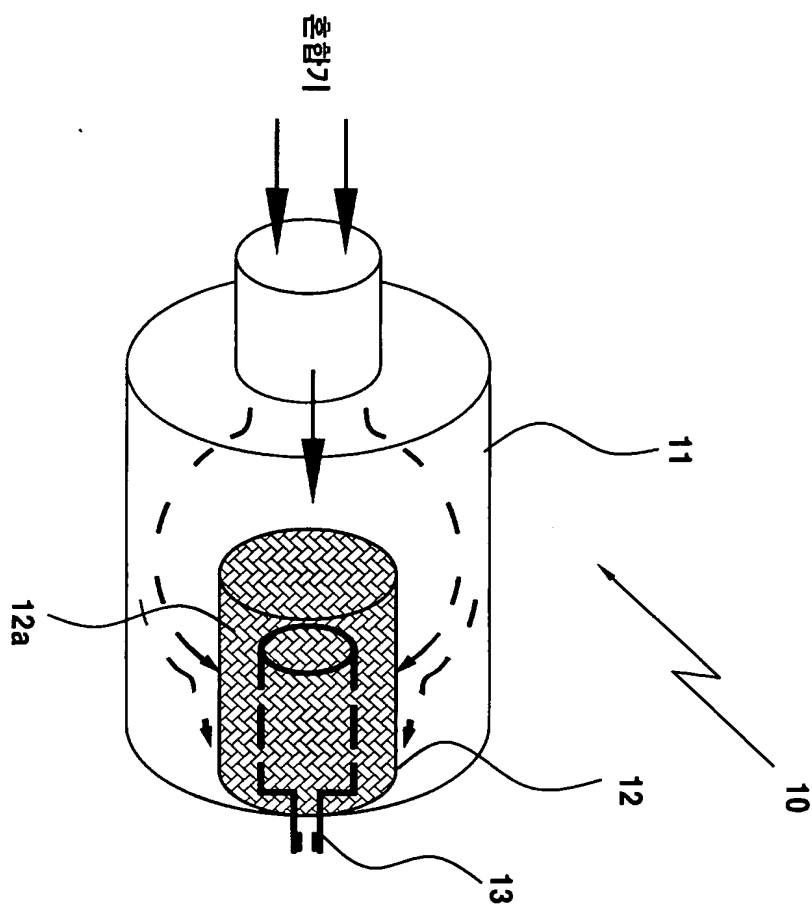
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【도 6】

